

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

**Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego
Araruna para restauração florestal em áreas produtoras de
água, Araras-SP**

Renata Evangelista de Oliveira^{1*}, Adriana Cavalieri Sais¹

¹Departamento de Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias/CCA, Campus Araras. *e-mail (autor para correspondência): reolivei@cca.ufscar.br

RESUMO

Recentemente as represas do Centro de Ciências Agrárias (UFSCar) têm sido alvo de interesse do poder público municipal de Araras como possíveis mananciais de abastecimento público. Nesse contexto, este estudo visa a elaboração de diagnóstico e plano de gestão de áreas da bacia hidrográfica do Córrego Araruna, à montante das represas do campus do CCA, a fim de garantir melhor qualidade da paisagem e de seus recursos hídricos, a partir da priorização de áreas para restauração florestal. O diagnóstico foi realizado utilizando sistema de informação geográfica QGIS, a partir da delimitação das áreas de preservação permanente e áreas adjacentes, e de sua avaliação no tocante ao uso do solo e cobertura florestal atuais, para determinar se os mesmos são condizentes com a prestação de serviços ambientais previstos para essas áreas. O trabalho apresenta um mapa final com alocação das áreas prioritárias para restauração florestal. O uso de tecnologias livres e dados públicos permitiu um diagnóstico preciso da área e pode se tornar uma importante ferramenta de monitoramento ambiental.

Palavras-chave: planejamento da paisagem; restauração florestal; gestão local; geotecnologias.

ABSTRACT

The dams in Centro de Ciências Agrárias (UFSCar) have recently been subject of interest for water supply in Araras, SP. The present study aims to prepare a diagnosis and management plan for the Araruna river watershed for improvement in landscape quality and water resources. We used QGIS to draw and delimit permanent preservation areas and its adjacent areas. Based on the evaluation of land use and forest cover in these areas we tried to establish a forest restoration plan that could aim the restored areas to fulfill environmental services. We present a map with the allocation of priority areas for forest restoration. The use of free technologies and public data allowed an accurate diagnosis of the area and can become an important environmental monitoring tool.

Keywords: landscape planning; forest restoration; local management; geotechnologies.

INTRODUÇÃO

Dentre as muitas definições de paisagem, destaca-se a noção de que se trata de um espaço vivenciado e/ou de inter-relação do homem com seu ambiente (METZGER, 2001). A paisagem já foi definida como um mosaico heterogêneo formado

por unidades interativas (ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação da terra), que podem ser definidas por atributos espaciais, como fragmentação e conectividade (METZGER, 2001; BATISTA et al., 2009). As ações humanas e sociais incidem diretamente sobre a dinâmica das

paisagens, que constantemente se adaptam e se transformam e, dessa forma, o uso da terra contribui de forma significativa para mudanças na dinâmica ambiental local (DIEGUES, 2000; DE PAULA et al., 2014).

A conservação de ecossistemas naturais e a garantia de serviços ambientais associados priorizou durante muito tempo a manutenção e proteção de paisagens ainda íntegras, mas, atualmente, é consenso que há necessidade de se conservar e restaurar a biodiversidade e serviços ambientais também em paisagens modificadas e utilizadas pela sociedade (DOBSON et al., 1997; LAMB et al., 2005; AMOROZO, 2007; CALMON et al., 2011; WU, 2013).

O planejamento e gestão ambiental dos recursos naturais na paisagem perpassam as práticas e pressupostos da restauração ecológica, que enfocam como um dos atributos a serem considerados na restauração de ecossistemas naturais seu contexto e inserção na paisagem (SER, 2004; SCHACKELFORD et al., 2013), incluindo questões ecológicas, econômicas, sociais, culturais, legais e políticas em ambientes rurais e urbanos (OLIVEIRA; ENGEL, 2011).

Para a Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica (Society for Ecological Restoration – SER) o ecossistema restaurado integra-se à paisagem onde se insere, e interage com essa matriz por meio de trocas e fluxos bióticos e abióticos (SER, 2004). A restauração nessa escala leva em conta a importância de padrões e processos na paisagem para a dinâmica de populações, comunidades e ecossistemas restaurados (HOLL et al., 2003), e também pode ser voltada à garantia de processos ecológicos e serviços ambientais, o que certamente inclui processos hidrológicos e a dinâmica hídrica (HOLL; HOWARTH, 2000; SILVA et al., 2013; FERRAZ et al., 2014).

Mudanças no uso do solo não alteram simplesmente a estrutura da paisagem, mas sua dinâmica e os serviços ambientais associados aos seus diferentes componentes. Nesse ínterim, a produção de água em microbacias hidrográficas tem sido avaliada no tocante à sua relação com

diferentes coberturas do solo e seus usos. Vem se ampliando a utilização de geotecnologias, dentre elas os sistemas de informação geográfica e o sensoriamento remoto, para avaliações e diagnósticos em paisagens, voltados ao planejamento do uso da terra com foco na priorização de áreas para restauração florestal e na produção de água em bacias hidrográficas e/ou microbacias (THOMPSON, 2011).

Em se considerando as microbacias como unidades de planejamento, é possível avaliar os efeitos da presença ou ausência da cobertura florestal sobre a conservação do solo e quantidade e qualidade da água produzida nessas áreas (VANZELA et al., 2010; SANTOS; HERNANDEZ, 2013), possibilitando o diagnóstico e tomadas de decisão voltados à gestão local de recursos hídricos.

A escassez hídrica tem feito com que os gestores públicos busquem alternativas para o abastecimento de água das cidades, como a utilização de reservatórios particulares quando a demanda não é suprida por mananciais regulares. As represas do Centro de Ciências Agrárias (UFSCar) recentemente têm sido alvo de interesse do poder público municipal de Araras como possíveis mananciais de abastecimento público. Nesse contexto, este estudo visa a elaboração de diagnóstico e plano de gestão de áreas da bacia hidrográfica do Córrego Araruna, à montante das represas do campus do CCA, a fim de garantir melhor qualidade da paisagem e de seus recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

Araras é um município brasileiro do estado de São Paulo, localizado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 09. Segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2010), sua população residente era de 118.843 pessoas, das quais 95% residiam na área urbana. O município tem área total de 644,831 km², e tem como recurso hídrico principal o Rio das Araras, cuja bacia hidrográfica está praticamente toda contida em sua área territorial, desaguando no rio Mogi Guaçu no

limite municipal localizado à nordeste. A área de estudo é a sub bacia do Córrego Araruna (afluente do rio das Araras), até o limite das represas do CCA (localizadas à direita na Figura 1), com área total de 1093,31 ha.

O Campus do CCA, localizado às margens da Rodovia Anhanguera (SP 330), originalmente foi uma fazenda com plantações de café até 1953, e posteriormente foi ocupada com a cultura de cana-de-açúcar. Grande parte dessa área está inserida na sub bacia estudada, e apresenta características (em termos de uso e ocupação do solo e presença de remanescentes florestais) semelhantes às das propriedades inseridas na paisagem rural do município.

Procedimentos metodológicos

Para elaboração dos mapas utilizou-se a folha topográfica SF-23-Y-A-II-3 (Araras) em

escala 1:50.000, publicada pelo IBGE e processada no sistema QGIS® versão 2.8 (QGIS, 2015).

A rede hidrográfica foi detalhada a partir de digitalização com base na imagem CNES/Astrium de 18/06/2013, disponível no Google Maps® e visualizada no QGIS por meio do complemento OpenLayer. A imagem de satélite também foi utilizada para diagnóstico ambiental: a delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) e áreas adjacentes e a avaliação no tocante ao uso do solo e à cobertura florestal atuais.

A partir do diagnóstico ambiental iniciou-se o processo de planejamento para proposição de ações com vistas à priorização para restauração florestal, visando à manutenção da qualidade de água, o aumento de conectividade na paisagem e a conservação de solo, condizentes com a prestação de serviços ambientais previstos para essas áreas.

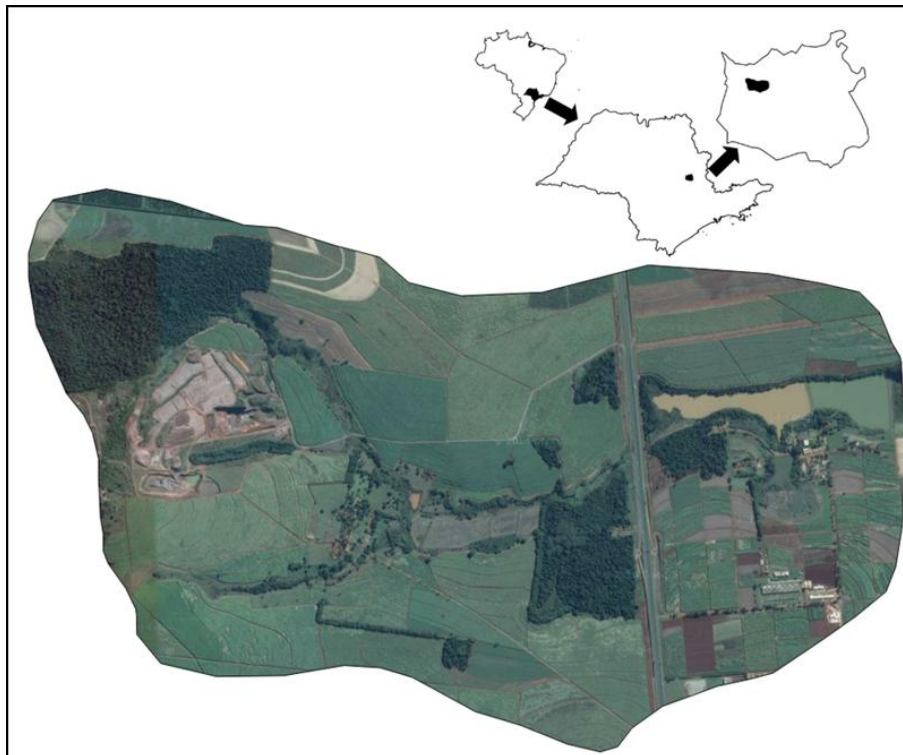


Figura 1. Bacia hidrográfica do Córrego Araruna obtida a partir da imagem CNES/Astrium de 18/06/2013, disponível no Google Maps e processada no QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica, das nascentes até a saída da represa principal do CCA, tem área de

1093,31 ha. São nove nascentes, 10,88 Km de cursos d'água e cinco espelhos d'água que perfazem uma área total de 25,29 ha. Os três principais espelhos d'água

estão localizados dentro dos limites do campus, e têm 12,64, 10,36 e 1,48 ha, respectivamente.

A cobertura vegetal nativa está presente em 183,48 ha. São dois grandes remanescentes de vegetação nativa, trechos de vegetação ciliar e pequenos grupamentos e árvores isoladas (essas

últimas não mapeadas). Observa-se que parte das APPs mapeadas não apresenta a cobertura de vegetação nativa exigida pela legislação - vide Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). A priorização dessas áreas para restauração florestal é apresentada na Figura 2.

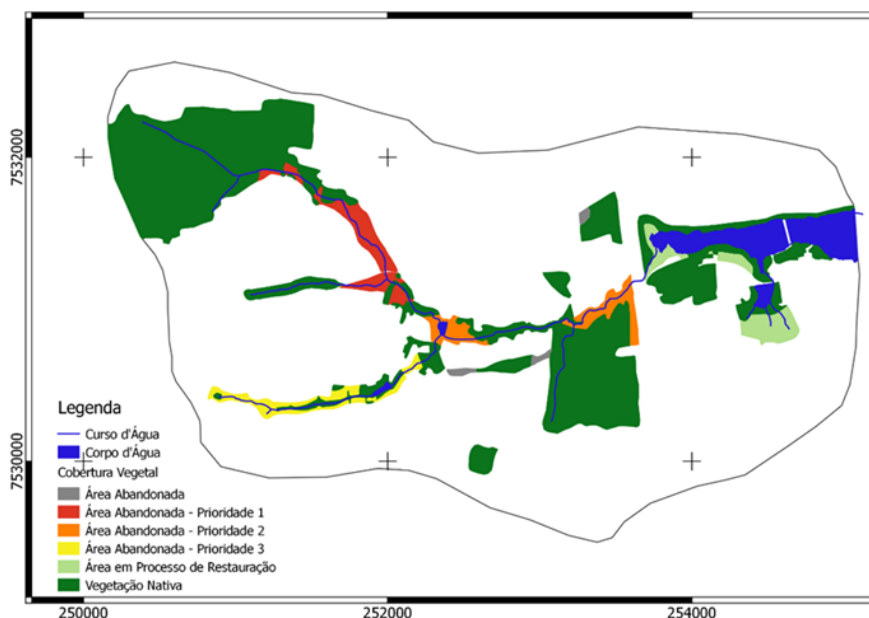


Figura 2. Representação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Córrego Araruna indicando as áreas prioritárias para a restauração florestal.

A área considerada de prioridade 1 (11,2 ha), foi determinada em função da atividade minerária que ocorre no primeiro trecho da bacia e é a causa mais provável de aumento da turbidez observado nos barramentos mapeados no campus. Levantamentos de campo permitiram identificar que as águas de chuva caminham em direção a um curso de água onde não existe cobertura florestal.

Recentemente foi detectado aumento da turbidez em um dos barramentos do CCA (como pode ser visualizado na Figura 1), exatamente o que recebe água diretamente desse curso d'água. Vários trabalhos apontam alteração da qualidade da água em microbacias com predominância de uso agrícola e poucas áreas florestadas, com detecção de aumento da turbidez (PRIMAVESI et al., 2002; DONADIO, 2005; MARMONTEL; RODRIGUES, 2015), e apontam como uma das funções da vegetação ciliar a contenção de sólidos e melhoria da qualidade da água.

Segundo Metzger (2008) uma estratégia voltada à melhoria da conectividade da paisagem, pensando-se na garantia de fluxos biológicos, é a melhoria da rede de corredores, seja construindo novos ou melhorando os já existentes. A restauração de matas ciliares, como corredores, pode promover o restabelecimento da conectividade da paisagem através da interligação de fragmentos florestais (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2008).

Nesse sentido, a segunda priorização é uma área de 9,61 ha, e refere-se à interligação de fragmentos florestais pertencentes à fisionomia Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1992). O único remanescente de vegetação nativa presente no Campus é uma área de 11,9 ha. Devido ao histórico de perturbações sofrido, muito semelhante aos outros fragmentos na paisagem rural do município de Araras, o fragmento foi caracterizado como tendo uma baixa densidade de árvores de dossel e

emergentes, pela invasão de gramíneas exóticas e por abundância de lianas (LAVORENTI; LIMA, 2011).

Ainda assim, é detentor de grande parte da diversidade de espécies florestais presentes no Campus. Levantamentos recentes apontam a existência de dezenas de espécies arbóreas de dossel, incluindo espécies ameaçadas de extinção, e potencial para regeneração natural via chuva e banco de sementes, o que o caracteriza como uma importante fonte de propágulos na paisagem do campus e do município, o que com certeza também ocorre nos dois fragmentos maiores mapeados já citados.

A área de priorização 3 (com 7,19 ha) refere-se principalmente à conservação de recursos hídricos de um dos afluentes do córrego Araruna, em uma área típica de cultivo de cana de açúcar, em que as APPs estão sendo deixadas para futuras intervenções de restauração.

Nas áreas 2 e 3 os métodos de restauração podem incluir a condução da regeneração natural, além da utilização de plantios florestais. Nesses trechos, podem ser identificados *stepping-stones* (METZGER, 2008), ou trampolins ecológicos (DEVELEY; PONGILUPPI, 2010), representados por agrupamentos de árvores e árvores isoladas, que segundo Reis et al. (2003), têm importante papel na facilitação em processos de sucessão e regeneração em áreas a serem restauradas.

Ainda foram mapeadas as áreas em processo de restauração florestal (10,59 ha) localizadas no entorno das represas do CCA, com destaque para a parte alta da maior represa, e das nascentes que abastecem o reservatório menor. Nessas áreas as ações de restauração basearam-se no plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, como parte do processo de adequação ambiental do Campus, e são ações voltadas à melhoria da conectividade na bacia estudada.

CONCLUSÕES

O uso de tecnologias livres e dados públicos é uma metodologia de baixo custo que permitiu o diagnóstico preciso da área e pode se tornar uma importante ferramenta de monitoramento ambiental, principalmente em escala local, onde a

restauração deve levar em conta a importância de padrões e processos na paisagem, e está voltada à garantia de processos ecológicos e serviços ambientais, dentre eles os processos hidrológicos e a dinâmica hídrica.

O diagnóstico ambiental para fins de restauração florestal realizado em bacias hidrográficas insere o componente água no planejamento das ações, facilitando sua priorização na busca de melhorar a qualidade desse recurso cada vez mais escasso, principalmente no abastecimento público urbano.

No caso do presente estudo, o diagnóstico permitiu identificar atividades potencialmente degradadoras e elencar as áreas prioritárias para restauração na paisagem estudada. Permitiu ainda, baseado no potencial de resiliência nas áreas levantadas, e nos pressupostos de que ações de restauração melhorariam a conectividade estrutural e funcional da paisagem, elencar as práticas mais eficazes para iniciar ou mesmo dar continuidade e efetividade às ações de restauração e proteção já em andamento na bacia do Araruna.

Parte-se do pressuposto que tais práticas devem auxiliar na melhoria da qualidade dos recursos hídricos na área estudada, o que as identifica e/ou caracteriza como de relevante interesse social.

REFERÊNCIAS

- AMOROZO, M. C. M. Construindo a sustentabilidade: biodiversidade em paisagens agrícolas e a contribuição da etnobiologia. In: ALBUQUERQUE, U. P. et al. (Orgs.). **Povos e paisagens:** etnobiologia, etnoecologia, e biodiversidade no Brasil. Recife, NUPEEA/UFRPE, 2007, p. 75-88.
- BATISTA, E. R.; SANTOS, R. F.; SANTOS, M. A. Construção e análise de cenários de paisagem em área do Parque Nacional da Serra da Bocaina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1095-1108, 2009.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** (Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15

de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências). DOU de 28.5.2012.

CALMON, M.; BRANCALION, P. H. S.; PAESE A.; ARONSON, J.; CASTRO, P.; SILVA, S.C.; RODRIGUES, R. R. Emerging threats and opportunities for large-scale ecological restoration in the Atlantic Forest of Brazil. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 2, p. 154-158, 2011.

DE PAULA, E. M. S.; SILVA, E. V.; GORAYEB, A. Percepção ambiental e dinâmica geoecológica: premissas para o planejamento e gestão ambiental. **Sociedade e Natureza**, v. 26, n. 3, p. 511-518, 2014.

DEVELEY, P. F.; PONGILUPPI, T. Impactos potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 43-45, 2010.

DIEGUES, A. C. Saberes tradicionais e etnoconservação. In: DIEGUES, A. C.; VIANA, V. M. (Orgs.). **Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da Mata Atlântica**. São Paulo: Nupaub, 2000, p. 9 a 22.

DOBSON, A. P.; BRADSHAW, A. D.; BAKER, A. J. M. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. **Science**, n. 277, p. 515-522, 1997.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

FERRAZ, S. F. B.; FERRAZ, K. M., CARLA C.; BRANCALION, P. H. S.; LUZ, D. T. A.; AZEVEDO, T. N.; TAMBOSI, L. R.; METZGER, J. P. How good are tropical forest patches for ecosystem services provisioning? **Landscape Ecology**, v. 29, p. 187-200, 2014.

HOLL, K. D.; CRONE, E. E.; SCHULTZ, C. B. Landscape Restoration: moving from generalities to methodologies. **BioScience**, v. 53, p. 491-502, 2003.

HOLL, K. D.; HOWARTH, R. B. Paying for restoration. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 3, p. 260-267, 2000.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 28-48.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, n. 310, p. 1628-1632, 2005.

LAVORENTI, N. A.; LIMA, L. R. Manejo e recuperação do fragmento florestal do Campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (Araras, SP). Projeto de ações de recuperação. Submetido à CBRN/SMA, em agosto de 2011.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, W. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 12, p. 1-9, 2001.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 51-76.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 303-315, 2011.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. Water quality of the Canchim's Creek watershed in São Carlos, SP, Brasil, occupied by beef and dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 2, p. 209-218, 2002.

QGIS, Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto. Disponível em:

<http://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html#>

Acesso em: 8 jun. 2015.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, F. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas

degradadas: a nucleação para incrementar processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2013.

SHACKELFORD, N.; HOBBS, R. J.; BURGAR, J. M.; ERICKSON, T. E.; FONTAINE, J. B.; LALIBERT', E.; RAMALHO, C. E.; PERRING, M. P.; STANDISH, R. J. Primed for change: developing Ecological Restoration for the 21st century. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 3, p. 297-304, 2013.

SILVA, R. F. B.; FERRAZ, S. F. B.; SARTORI, A. A. C.; ZIMBACK, C. R. L. Integration of hydrologic processes for zoning agricultural landscapes: perspectives for ecosystem services maintenance. **Wudpecker Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 290-301, 2013.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. **The SER international primer on ecological restoration**. version 2, 2004. Disponível em: <http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.a.sp>. Acesso em: 20 jul. 2015.

THOMPSON, B. A. Planning for implementation: landscape-level restoration planning in an agricultural setting. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 1, p. 5-13, 2011.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

WU, J. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. **Landscape Ecology**, v. 28, p. 28:999-1023, 2013.